



Ueber

TRIAS UND JURA

in den

Südalpen

von

Dr. E. W. Benecke.

Abhandlung

geschrieben

zur Erlangung der venia legendi

an der Universität Heidelberg.

Heidelberg.

Druck von Georg Mohr.

1866.





Italien ist, wie wenig andere Länder, von der Natur dazu ausgestattet, zu Beobachtungen über die Beschaffenheit seines Bodens und zu Spekulationen über die Entstehung desselben anzuregen. Wie die in mannigfaltiger Entwicklung von den Höhen der Alpen und des Appennin bis hinab an die Ufer des Meeres mit einander abwechselnden Eruptiv- und Sedimentairgebilde Gelegenheit zur Erforschung der Lagerung und Beschaffenheit der Glieder der Erdveste in ihrer jetzigen Erscheinungsweise gaben, so forderten Vergleiche der reichen Fauna der Meere der Jetztwelt mit den in den Schichten begrabenen Organismen, sowie die grosse Analogie der Produkte noch thätiger Vulkane mit den Basalten und Tuffen des Vizentinischen zu Schlüssen auf die Zustände und Erscheinungen früherer Epochen heraus.

Ausser diesen von der Natur selbst gegebenen günstigen Bedingungen trug auch die politische Gestaltung des Landes sehr wesentlich zu einem gedeihlichen Fortschritt der Erkenntniss bei, indem durch den Schutz und die Anregung der zahlreichen den Künsten und Wissenschaften geneigten Höfe und Republiken früher als anderswo die Möglichkeit eines frischen geistigen Lebens überhaupt gegeben waren.

So sehen wir denn bereits um 1480 den berühmten Maler Leonardo da Vinci, als er in seiner Jugend im nördlichen Italien Kanalbauten leitete und auf zahlreiche Reste fossiler Muscheln stiess, die Ansicht aussprechen, es müsse das jetzt trockene Land einst von einem Meere bedeckt gewesen sein, in welchem die Thiere lebten, deren Reste man beim Aufgraben fand. Spätere Beobachter erkannten die Aehnlichkeit dieser Versteinerungen mit den Schalen im Mittelmeer lebender Mollusken und beschrieben die noch täglich vor sich gehende Umhüllung fester Theile gestorbener Organismen in kalkige Masse an den Küsten des Meeres, während sie zugleich die hebende Kraft vulkanischer Thätigkeit herbeizogen, um die Entstehung der Gebirge und die in denselben sichtbaren gewaltigen Verwerfungen zu erklären. Wenn auch vielfach aufgehalten durch die scholastische Philosophie, welche die Unvereinbarkeit dieser Anschauungen mit der Lehre von der Sündfluth hervorhob, schritt doch die Erkenntniss bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts

allmählig fort, wo Arduino (1759) in seiner Beschreibung der Gebirge um Verona, Vicensa und Padua zuerst den Unterschied zwischen primären, sekundären und tertiären Felsarten zeigte und nachwies, dass in jenen Gegenden eine Reihe untermeerischer Ausbrüche stattgefunden haben müsse. Ihm verdankt man auch die erste genauere Beschreibung der Reihe der Flötzgebirge in den Umgebungen von Recoaro, wo spätere Hebungen auch die tiefsten Bildungen weiter entfernt von den Centralmassen zu Tage gebracht haben, als man es nach dem allgemein gültigen Gesetze des Aufbaues der Alpen erwarten sollte.

Der Versuch einer Eintheilung der Gesteine nach ihrer Entstehung und Lagerung, wie ihn Arduino unternahm, bezeichnet einen Abschnitt in der Geschichte der norditalischen Geologie. In den nächstfolgenden 70 Jahren bemühte man sich sowohl innerhalb als ausserhalb Italiens, wo inzwischen, besonders gefördert durch den Bergbau, das Studium der Geologie einen sehr lebhaften Aufschwung genommen hatte, die italienischen Verhältnisse mit fremdländischen zu vergleichen und eine Uebereinstimmung der Nomenklatur herbeizuführen. Franzosen und Deutsche besuchten den Südabhang der Alpen und die angrenzende Ebene und übertrugen die im eigenen Lande angenommenen lokalen Bezeichnungen auf alpine Gebilde, während wiederum manche italienische Schichtenbenennung ihnen annehmbar erschien.

Diese Versuche, das in verschiedenen Ländern gleichartig oder ungleichartig entwickelte zu erkennen, gewannen erst eine festere Basis, als man in England, Deutschland und Frankreich begann, Lagerung, petrographische Beschaffenheit und die Versteinerungen gleichmässig als Hülfsmittel bei der Unterscheidung der Formationen zu Rathe zu ziehen.

Epoche machend wurden in dieser Hinsicht W. Smith's Strata identified by organized fossils (1816—1819), Humboldt's Essaie sur le gisement des roches dans les deux hémisphaeres (1823), Brogniart's Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe (1829) und L. v. Buch's Jura in Deutschland (1839), klassische Arbeiten, welche aus zusammenhangslos neben einander stehenden geognostischen Lokalbeschreibungen eine vergleichende Wissenschaft schufen.

Ueberall machte sich nun das Bestreben der Verallgemeinerung bemerkbar, und die Italiener blieben nicht zurück. Catullo versuchte in seiner Zoologia fossile (1827) die Begriffe des Zechsteins, des bunten Sandsteins, Muschelkalks, Jura und der Kreide für das Venetianische festzustellen, Buch's Reisen gaben Anhaltspunkte für die Einreihung der rothen Ammonitenkalke in das System des ausseralpinen Jura, Curioni begründete eine Eintheilung der lombardischen Trias, Zigno legte die Grenze zwischen

Jura und Kreide fest, Escher und Hauer endlich wiesen die Analogie der in der Lombardei auftretenden Schichtenbildungen mit denen anderer alpiner Territorien nach.

In den letzten Jahrzehnten begannen auch die so ungemein förderlichen kartographischen Aufnahmen grösserer alpiner Gebiete, unter denen in erster Reihe die Arbeiten des montanistischen Vereins in Innsbruck zu nennen sind, dessen in grossem Maasstabe herausgegebene Karte von ganz Tirol (1851) nach der veralteten Buch'schen Skizze der Umgebungen des Etschthals die ersten Anhaltspunkte bei einer Bereisung der südlichen Gebiete gab. Die Studer-Escher'sche Karte der Schweiz (1853) zog noch die ganze Lombardei in ihren Bereich, während für das Venetianische nur die wenig übersichtliche Fuchs'sche Aufnahme (1844) vorlag.

Die wichtigsten und grossartigsten Aufnahmen aber wurden von der geologischen Reichsanstalt in Wien (seit 1850) begonnen. Die Arbeiten der Mitglieder dieses Instituts lehrten zuerst die Verbreitung identischer und analoger Bildungen durch das ganze Alpengebiet, insbesondere auch den innigen Zusammenhang zwischen nord- und südalpinen Ablagerungen kennen und führten zu der Ueberzeugung, dass nur wenige Sedimentairformationen einen wesentlichen Antheil am Aufbau der zu beiden Seiten der krystallinischen Centralkerne der Alpen sich hinziehenden Gebirgszonen nehmen. Es stellte sich nämlich heraus, dass nicht, wie man früher häufig annahm, mancherlei paläozoische Bildungen in den Alpen eine ungemein mächtige Entwicklung gefunden haben, vielmehr die Entstehung der schlechthin als Alpenkalk und Alpendolomit bezeichneten Massen wesentlich nur in die Trias- und Jurazeit falle.

Während jedoch die jurassischen Ablagerungen in den meisten Fällen einen hinreichenden Versteinerungsreichthum zeigten, um nicht lange über ihre ungefähre Stellung in der Reihe der Formationen in Zweifel zu lassen, erwiesen sich die Kalke und Dolomite der Trias nur zu häufig fossilfrei, so dass das Augenmerk sehr bald auf gewisse weiche merglige Einlagerungen derselben gerichtet wurde, welche durch ihre organischen Einschlüsse sichere Anhaltspunkte für die Altersbestimmung abgeben konnten. Eines der berühmtesten und am längsten bekannten Vorkommen dieser Art sind die Schichten von St. Cassian und der Seisser-Alpe in Südtirol, welche bereits eine bändereiche eigene Litteratur besitzen. Ist es nun bis auf den heutigen Tag noch nicht gelungen, über die Verhältnisse selbst dieser am häufigsten besuchten Localitäten ganz ins Klare zu kommen, und für weitere Forschungen noch mancherlei übrig geblieben, so kann es nicht Wunder nehmen, dass andere, weniger betretene Theile des Gebietes noch in weit höherem Maasse

Stoff zu ferneren Arbeiten bieten. Es gilt dies besonders von dem südlichen, ganz italienischen Theile Südtirols, von den Umgebungen des Etschthals, Val Sugana und Iudicarien, über die wir kaum mehr als Andeutungen besitzen. Einen Beitrag zur näheren Kenntniss dieser Gegenden zu geben, ist der Zweck dieser Arbeit.

Ich habe nur wenige Worte über meine Untersuchungen, und die Form, in der ich die aus denselben gewonnenen Resultate hier mittheile, vorauszuschicken. Man ist bekanntlich Beobachtungsfehlern nirgends in höherem Grade ausgesetzt, als in den Alpen, wo die so abweichenden Verhältnisse und das überwältigend massenhafte der Erscheinung den nur an ausseralpine Bildungen Gewöhnten leicht verwirren. Irrthümer sind also sehr leicht möglich, dieselben bleiben aber auch, da nur selten ein Forscher den Fussstapfen seines Vorgängers so genau folgt, dass er dessen Beobachtungen kontrolliren könnte, sehr lange bestehen. Die Möglichkeit wenigstens einer solchen Kontrolle sollte nun aber meines Erachtens in allen solchen Arbeiten, denen keine geognostische Karte beigegeben werden kann, dadurch in hinreichendem Umfang geboten werden, dass Lagerungsverhältnisse und Petrefaktenvorkommnisse möglichst getrennt von allen auf denselben basirenden Schlussfolgerungen angegeben werden.

So hob ich denn aus denen von mir besuchten Lokalitäten eine Reihe der instruktivsten und leicht zugänglichsten heraus und beschrieb diese genauer in einem gesonderten ersten Theil meiner Arbeit, um auch einem flüchtig Reisenden die Gelegenheit zu geben, sich schnell ein auf eigener Anschauung beruhendes Urtheil bilden zu können. Leicht wird man von Mori oder Riva am Gardasee den Monte Baldo, von Roveredo aus Volano und Nomi erreichen. Borgo bietet einen geeigneten Ausgangspunkt für eine Untersuchung des östlich von Trient gelegenen Val Sugana, Pieve endlich und Storo liegen unmittelbar an der Iudicarien von Nord nach Süd durchziehenden Hauptstrasse. An allen diesen Punkten fehlt es nicht an deutlichen Aufschlüssen und meist finden sich auch zahlreiche Versteinerungen. Die einigen Profilen beigegebenen Holzschnitte haben nur den Zweck, die Uebersicht der angenommenen Schichtenabtheilungen und deren Aufeinanderfolge zu erleichtern, beruhen aber nicht auf genauen Messungen. Die Aufnahme von Profilen, welche den natürlichen Verhältnissen ganz entsprächen, wäre nur bei Anfertigung einer geognostischen Karte eine lohnende Arbeit gewesen, hierzu aber fehlte mir, ganz abgesehen von der nöthigen Zeit, eine in hinreichend grossem Maassstabe ausgeführte topographische Grundlage. Zur allgemeinen Orientirung reicht die Generalstabskarte von Tirol ganz aus.

In dem zweiten Theil meiner Arbeit suchte ich die Profile, soweit meine eigenen Beobachtungen und die in der Litteratur vorgefundenen Angaben ausreichten, unter einander in Zusammenhang zu bringen und ein Gesammtbild der geognostischen Beschaffenheit des südlichen Theiles von Südtirol zu geben. Während nun über triadische Ablagerungen der Südalpen schon mancherlei, zum Theil sehr ausführliche Arbeiten vorliegen, sind die jurassischen Schichten noch wenig eingehend behandelt worden, so dass für diese eine kurze, den einzelnen von mir angenommenen Abtheilungen vorausgeschickte historische Einleitung genügte, während bei jenen ein tieferes, kritisches Eingehen nöthig erschien. Nach Vollständigkeit habe ich aber hier nicht gestrebt, es wurde nur das für den vorliegenden Zweck Wesentliche hervorgehoben.[1])

In einem dritten Theil endlich stellte ich die von mir gefundenen Fossilreste zusammen und beschrieb eine Anzahl neuer Arten. Schauroth's Verzeichniss der Versteinerungen im Herzoglichen Naturaliencabinet zu Coburg kam mir leider erst bei Beginn des Druckes zu, so dass ich dasselbe nicht mehr in dem Umfang benutzen konnte, als es mir, besonders für die Listen der jurassischen Versteinerungen, wünschenswerth gewesen wäre. Zu einem blosen Abdrucken der angeführten Namen von zum Theil nicht recht kenntlich abgebildeten Bivalven konnte ich mich aber nicht entschliessen, da ich nur sicher Bestimmbares und Kenntliches in diesen ersten Versuch einer vollständigeren Zusammenstellung der südtiroler jurassischen Fauna aufnehmen wollte.

Auf meiner Reise unterstützten mich durch die zuvorkommendste Aufnahme sehr wesentlich die Herren Catullo und Baron von Zigno in Padua, Curioni und Stoppani in Mailand, Ragazzoni in Brescia, Pischl in Roveredo, Pichler in Innsbruck. Ganz besonders aber wurde meine Arbeit gefördert durch die Herren Professor Oppel und Bergrath Gümbel in München, welche mir mit grösster Liberalität aus denen, ihrer Obhut anvertrauten Sammlungen das nöthige Material zur Bestimmung und Vergleichung meiner Erfunde, sowie die einschlägige Litteratur zur Verfügung stellten. Allen diesen Herren sage ich meinen verbindlichsten Dank.

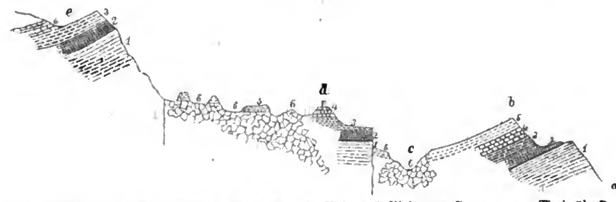
[1]) Ausführliche Litteraturangaben über die Südalpen findet man bei:
Stoppani, Studii geologici etc. Mailand 1857.
Hauer, Erläuterungen zu einer geologischen Uebersichtskarte der Lombardei. Jahrb. geol. Reichsanst. IV. 1858. p. 445.
Richthofen, Geogn. Beschr. der Umgegend von Predazzo etc. 1860.
Senoner, Bibliografia delle provincie Venete.
Sehr dankenswerthe Unternehmungen sind auch die gedruckten, im Buchhandel befindlichen Bibliothekskataloge, so besonders
Schrauf, Katalog der Bibliothek des k. k. Hofmineraliencabinets in Wien. Wien 1864.

Beschreibung der Profile.

Das Monte Baldo-Gebirge.

Zwischen dem Lago di Garda und dem Etschthal, gegen Norden durch den tiefen Einschnitt des Lago di Loppio vom Zuge des Orto d'Abram getrennt, erhebt sich das Monte Baldo Gebirge, dessen im Venetianischen gelegener Gipfel eine Höhe von 7000′ erreicht. Die Lage desselben unmittelbar an der belebtesten Verkehrsstrasse von Deutschland nach Italien und die Nähe eines der besuchtesten Seen der Südalpen machten dasselbe zum häufigen Zielpunkt der Ausflüge Einheimischer und Fremder. Wohl wenige Reisende, die Riva oder Roveredo berührten, haben es unterlassen, wenigstens die ersten Gebirgsstufen zu erklimmen, und wie dem Touristen durch umfassende Aussicht und eine mannigfach wechselnde Reihe lieblicher Bilder, so ist dem Forscher durch reiche Ausbeute an Versteinerungen die Mühe des Ersteigens reichlich belohnt worden. Um so auffallender ist es, dass uns ausser flüchtigen Notizen und einigen kleineren Arbeiten keine genaueren Beschreibungen dieser interessanten Gebirgspartie vorliegen, die wegen ihres verhältnissmässig einfachen Aufbaues und der klaren Aufeinanderfolge der Schichten den Schlüssel zum Verständniss einer ganzen Reihe südalpiner Bildungen bietet. Ich beschreibe im Folgenden zwei Profile dieses Gebirges, eins vom nördlichen, eins vom südlichen Abhange.

I. Die Gegend zwischen Mori, Chizzola und dem Altissimo di Nago.



a. Spiegel der Etsch unterhalb Chizzola. b. Höhe nördlich von Crosano. c. Thal über Tierno. d. Castell von Brentonico. e. Alpen am Monte Nago.

1. Graue Kalke des Unterooliths. 2. Schichten der *Rhynchonella bilobata* und der *Posidonomya alpina*. 3. Rother Ammonitenkalk. (Schichten des *Ammonites acanthicus* und der *Terebratula diphya*. 4. Biancone und Scaglia. 5. Nummulitenschichten. 6. Basalt.

Oestlich von den Gehängen des Monte Nago, oberhalb St. Giacomo, das man von Brentonico in einer Stunde erreicht, entspringt die Sorne, ein kleines Gebirgswasser, das sich bei Chizzola in die Etsch ergiesst, und so, indem es mit dem östlichen Abfluss des Lago di Loppio eine gleiche Richtung einhält, einen parallelepipedischen Theil des Monte Baldo-Gebirges abschneidet. Mit diesem zwischen Sorne, Etsch, Abfluss des Lago di Loppio und dem höchsten Kamme gelegenen Terrain-Abschnitt[1]) beschäftigen wir uns zunächst. Eine Ansicht desselben, wie er sich aus den Gärten zwischen Mori und der Etsch darstellt, gibt die Skizze auf T. I. Dieselbe dürfte das Verständniss der Profilbeschreibung und die erste Orientirung beim Besuche der Lokalität nicht unwesentlich erleichtern. Die Schichten fallen vom Beschauer nach rechts, die Köpfe derselben in steilen Abstürzen liegen links, so dass sich ein vollkommenes natürliches Profil von wunderbarer Regelmässigkeit darbietet. Rechts begrenzt die Aussicht der höchste Gebirgskamm mit dem Altissimo di Nago (A), links hinten im Etschthale die kühnen Spitzen der an der venetianischen Grenze gelegenen Monti Lessini (B). Die zwischenliegenden Punkte sind durch Zahlen und Buchstaben bezeichnet und werden beim Vergleich mit einer Karte[2]) ein schnelles Zurechtfinden möglich machen.

Schlägt man von Roveredo die Hauptstrasse nach Marco ein und wendet sich von diesem Orte westlich gegen die Etsch, so trifft man bei Ponte di Tierno (der linken Ecke der Skizze auf T. I.) den nordöstlichsten Ausläufer des Monte Baldo-Gebirges, unmittelbar in die Etsch abfallend. Einige Steinbrüche, schon von Weitem durch ihre lebhaft rothe Färbung von der dahinter stehenden grauen Wand sich deutlich unterscheidend, liegen an der äussersten von der Brücke berührten Spitze. Betrachtet man aus einiger Entfernung diese vorderste Gebirgsmasse, so bemerkt man an dem sehr deutlich zu beobachtenden Einfallen, dass sie, obgleich die dahinter stehende graue Wand unmittelbar berührend, doch mit derselben nicht in ursprünglichem Zusammenhange steht. Man hat es offenbar mit einer gewaltigen, bei der Hebung des ganzen Gebirges entweder liegen gebliebenen, oder später herabgebrochenen Masse zu thun.

---

[1]) Vergleiche die Abhandlungen von Studer in Leonh. Zeitschr. für Mineral. 1829 p. 250, Oppel in Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. 1863 und Emmrich in Schaubach deutsche Alpen IV. p. 304.

[2]) Die geognostische Karte des Montanistischen Vereins, Innsbruck, Ferdinandeum 1851, ist trotz mancher, zur Zeit ihrer Publikation nicht zu vermeidender Fehler, auch jetzt noch sehr schätzenswerth; für das topographische Detail ist die Generalstabskarte unentbehrlich.

In dem ersten der kleinen Steinbrüche steht ein theils roth, theils gelb gefärbter, auch marmorartig bunt gefleckter, sehr harter, splitteriger, krystallinischer Kalkstein in mehreren Fuss mächtigen Bänken an. Stellenweise geht derselbe in ein ausgezeichnetes Crinoiden-Gestein in der Art über, dass beinahe das ganze Gestein aus den Kalkspath-Individuen der einzelnen Stielglieder besteht und die Gesteinsmasse ganz zurücktritt. Rothe und gelbe Färbung wechseln zwar, doch nimmt im Allgemeinen jene nach oben zu.

Versteinerungen sind nicht selten; doch gelingt es bei der grossen Härte des Gesteins nur schwer, bestimmbare Stücke zu erhalten. Am ausgezeichnetsten ist eine unsymmetrische gefaltete *Rhynchonella*, die ich mit keiner bereits beschriebenen identificiren kann und desshalb als

Rhynchonella bilobata n. sp.[1])

benenne. Nicht selten ist eine zweite gefaltete *Rhynchonella* von ziemlich kugeliger Gestalt. Bei dem indifferenten Charakter derselben unterlasse ich eine specifische Bestimmung. Sie ist jedoch häufig in Südtirol und man begegnet ihr in diesem Gestein beinahe überall.

Ausserdem fand ich eine kleine *Lima* mit feinen Rippen und einen *Pecten*. Beim Verwittern treten überall die Stielglieder von *Pentacrinus* spec. ind. hervor.

In dem zweiten, grösseren, gegen das Gebirge hin gelegenen Steinbruche findet man im Liegenden noch dasselbe Gestein mit denselben Petrefacten. Höher oben aber, in der obersten Schichte unter der Rasendecke, die man am besten von oben her erreicht, nimmt das Gestein allmählig eine dunkelrothe Färbung an, gegen die einzelne weisse, unregelmässig eingelagerte, gangartig in die Umgebung sich verzweigende Nester scharf abstechen. Diese weissen Massen bestehen beinahe ausschliesslich aus Schalen von

Posidonomya alpina Gras.

nur einzeln finden sich *Posidonomyen* auch im rothen Gestein und verschwinden in grösserer Entfernung von diesen Nestern ganz.

Theils zwischen denselben, theils im rothen Gestein, vereinzelt, aber überall finden sich

Terebratula curviconcha Opp.
Terebratula Gefion Opp.
Rhynchonella Brentoniaca Opp.

Nur *Terebratula Gefion* erscheint stellenweise mehr angehäuft und bildet ein wahres Brachiopodenconglomerat.

---

[1]) Siehe den paläontologischen Theil, welcher die Beschreibung dieser und der weiterhin angeführten neuen Arten enthält.

Encriniten erscheinen ebenso häufig wie in der tieferen Abtheilung und bilden einen zweiten Horizont, den ich im Gegensatz zu dem mit *Rhynchonella bilobata* auftretenden, als oberen Encriniten-Horizont bezeichne.

Da die beiden Gesteinsgruppen sehr allmählig in einander übergehen, lässt sich eine Grenze zwischen beiden nicht scharf angeben und eine Schätzung der Mächtigkeit gibt nur sehr annähernd richtige Werthe. Es mögen die Schichten der *Rhynchonella bilobata* hier 100′ haben, während die Posidonomyen-Gesteine kaum 20′ erreichen.

Geht man auf dem Rasen, der die oberste Schicht des Posidonomyen-Gesteines bedeckt, gegen das Gebirge hin, so trifft man auf die bereits erwähnte graue Wand. Gegen Süden verschwinden die rothen Kalke bald und die grauen Schichten in regelmässiger Folge lassen sich bis hinab auf den Spiegel der Etsch verfolgen, sind aber gerade hier wegen Steilheit des Ufers beinahe ganz unzugänglich. Von dem scharf in den Fluss hineintretenden kleinen Vorgebirge, welches den höchsten Punkt der Strasse von Tierno nach Chizzola bildet, bis hinauf zur ersten Gebirgsstufe, lassen sich hunderte, petrographisch sehr verschieden ausgebildete, ein bis mehrere Fuss mächtige, graue Bänke unterscheiden. Jede derselben hat ihr eigenthümliches Ansehen auf dem frischen Gesteinsbruche, die meisten führen auch verschiedene Petrefakten, doch nur einzelne von guter Erhaltung. Immer aber wird man innerhalb Tirols die einzelnen Bänke leicht wieder erkennen.

Da diese grauen Kalke die tiefsten in dem vorliegenden Profil zu beobachtenden Schichten sind, beginne ich mit der Beschreibung derselben und verfolge die überlagernden Complexe in einer auf der Etsch rechtwinklig stehenden Richtung, in deren Verlauf wir auch die bereits beschriebenen Crinoiden-Horizonte in ihrer normalen Stellung wiederfinden werden.

1. Unmittelbar neben der Strasse, an jenem bereits genannten höchsten Punkte, liegt eine etwas weiche, schiefernde Schicht, auf den Schichtflächen ganz bedeckt mit Posidonomya-artigen Abdrücken und seegrasähnlichen Pflanzenresten. Dieselbe trägt den Charakter einer aus Uferschlamm gebildeten Ablagerung. Etwas höher hinauf zeichnen sich mehrere Schichten durch dicke Wülste krystallinischen Kalkspaths aus, die beim Verwittern aus der dichten Kalkmasse heraustreten und dem Gestein ein eigenthümliches und sehr bezeichnendes, runzeliges Aussehen geben. Andere Bänke bestehen ganz aus dichten, splitterigen, theils dunklen, theils hellgrauen Kalken, noch andere, besonders die gegen Oben liegenden, sind ausgezeichnet

oolithisch, doch in verschiedener Weise. Entweder liegen die einzelnen oolithischen Körner gesondert neben einander, ohne besonderes Bindemittel, und dann pflegt das Gestein heller zu sein, oder aber in einer dichten, dunkelgrauen Masse erscheinen nur die Umrisse kugeliger Concretionen mit der Umgebung innig verflösst, als wären ursprünglich runde Kügelchen gebildet worden, die später erst zu einer Masse verbunden wurden, indem die Oberfläche derselben durch das noch flüssige, bindende Medium von Aussen imprägnirt wurde.

Aus den harten Kalken wittern die Petrefakte hier und da heraus und bedecken dicht die Oberfläche der Bänke; allein sie sind dann meist bis zur Unkenntlichkeit von den Atmosphärilien verwachsen.

In den vom Abhange herabgestürzten Blöcken am Wege, der von den einzelnen, St. Caecilia genannten Häusern nach Crosano führt, gelang es jedoch, aus dem Gestein herauszuarbeiten.

Terebratula fimbria Sow.
Terebratula Rotzoana Schaur.
Terebratula fimbriaeformis Schaur.
Terebratula hexagonalis n. sp.

Ausserdem eine Reihe von Zweischalern. Ich führe hier und in den folgenden Profilen immer nur einige der bezeichnendsten Arten an, während die Zusammenstellung aller Erfunde später in einem besondern Abschnitte folgt. Ich werde diesen ganzen Complex in der Folge als untere graue Kalke, auch Schichten mit Terebratula fimbria bezeichnen. Spätere Untersuchungen machen jedoch jedenfalls noch eine Sonderung in mehreren Abtheilungen nöthig, so dass der Name Schichten der Terebratula fimbria dann enger zu begrenzen sein wird.

2. Gehen wir nun zurück nach dem bereits genannten kleinen Vorgebirge und klettern von der Strasse den steilen Abhang hinauf, um unsere Profillinie weiter zu verfolgen. Man trifft über allen den verschiedenen Schichten der grauen Kalke, von denen einige eben näher beschrieben wurden, oben am ersten grösseren Absatz helle, gelbe, krystallinische Gesteine, die sich allmählig aus den grauen entwickeln, denen ähnlich, welche bei Ponte di Tierno im ersten Steinbruche anstehen. Steigt man das gegen Westen unter etwa 15° einfallende Gehänge des nächst vorliegenden kleinen, parallel mit der Etsch verlaufenden, Hochthälchen hinab, so findet man beim Anschlagen der wulstig verwitterten Bänke in der That Encriniten und die verschiedenen Rhynchonellen. Etwas höher hinauf nach Süden, wo in dieser Gegend das einzige bewohnte Haus steht, von dem ein betretener Pfad nach Tierno führt, finden sich dann auch

3. die Schichten mit

Terebratula curviconcha

und die obere Encriniten-Bank. Auch sammelte ich hier schöne Exemplare einer *Terebratula cf. perovalis*, von der ich jedoch nicht sicher bin, ob sie den Schichten mit *Terebratula curviconcha* oder denen mit *Rhynchonella bilobata* angehört. Noch mehr gegen das Thal der Sorne hin, an einem der aus den Maisfeldern des südlichen Theiles des beschriebenen Thales nach Crosano führenden Wege, sind diese Schichten von eigenthümlich dunkler, graubrauner Farbe, doch ebenso krystallinisch und reich an Encriniten-Stielgliedern. Nicht selten finden sich hier einzelne zerstreute Fischzähne (aus der Familie der Pycnodonten). Man kann den ganzen in Rede stehenden Complex, dessen Mächtigkeit 50′ betragen mag, im Streichen verfolgen von dem Sorne-Thal an, bis hinüber an den Abhang gegen die Erweiterung des Etschthales zwischen Mori und Roveredo, immer den Grund des Thälchens und stellenweise auch dessen westliches Gehänge bildend. An dem nördlichsten Ende (N. 4 der Ansicht auf Taf. 1) mögen die Schichten, welche wir bei Ponte Tierno kennen lernten, sich einst angeschlossen haben.

4. Auf diese Schichten folgen, in einzelnen Kuppen aus den Maisfeldern und Weingärten herausragend am Fusse des nächsten Rückens sehr schöne rothe Kalke, von hellerer und dunkler rother Färbung. Theils homogen, theils von weissen Kalkspathschnüren durchsetzt und gefleckt, bilden dieselben die verschiedenartigsten Marmorarten. Eine häufige und sehr eigenthümliche Gesteins-Varietät, die besonders in höheren Lagen sich einstellt, verdient eine besondere Auszeichnung, da sie eine sehr vollkommen plattige Absonderung mit sich bringt und als gesuchtes Baumaterial im Lande weit verbreitet ist. Das Gestein besteht nämlich aus lauter rundlichen Knollen, bis zu mehreren Zollen Grösse, die meist von etwas anders nüancirter Färbung als die verkittende Masse, dem Gestein ein buntes Aussehen verleihen. Die einzelnen Knollen sind zwar von einer besonderen grünlichen Masse umgeben, dennoch aber mit dem Muttergestein so fest verwachsen, dass sie beim Zerschlagen eher springen, als sich herauslösen. Das Gestein in dieser Ausbildung pflegt in deutliche Bänke von 1 bis mehr Zoll Dicke gesondert zu sein, deren Oberfläche durch die hervorragende Knollen ein höckeriges Aussehen erhält. Eine dünne, glänzende Haut einer thonigen, eisenreichen Masse trennt dieselben und ist Ursache der leichten Spaltbarkeit. Diese Platten gestatten die verschiedenartigste Anwendung; die ganz dünnen eignen sich sogar zum Dachdecken, so dass man in Gegenden, wo anderes Baumaterial fehlt, wie besonders oben auf dem Gebirge, ganze

Hütten, Wände und Dächer aus solchen Platten construirt. Eine sehr häufige Erscheinung ist das Vorkommen von Kieselausscheidungen als Feuerstein. Theils in zusammenhängenden Lagen ganze Schichten bildend, theils in der Schichtung parallel angeordneten Knollen, nimmt derselbe nicht unwesentlich Antheil an der Bildung des ganzen Gesteins. Es ist jedoch zu bemerken, dass dieser Feuerstein ausschliesslich in der oberen Abtheilung dieser Ammoniten-Kalke, welche sogleich schärfer begrenzt werden soll, vorzukommen scheint, der unteren aber fehlt.

Besonders interessant ist der grosse Reichthum an Cephalopodenresten, den diese rothen Kalke beherbergen und der denselben auch den Namen calcare rosso ammonitico verschaffte. Der für den Architekten so günstige Umstand des festen Zusammenhanges der Knollen, ist leider für den Paläontologen ein sehr unglücklicher. Die verkalkten Ammoniten verhalten sich nämlich ebenso wie die Knollen und sind auf eine solche Weise fest mit dem Gestein verwachsen, dass ein Herauslösen beinahe unmöglich ist. Gelingt es dennoch, ein vollständiges Exemplar zu gewinnen, so pflegt die Oberfläche so runzelig zu sein, dass feinere Unterschiede der Oberflächengestaltung gänzlich verwischt sind und nur ein unförmliches Steinkorn vorliegt. In den tieferen Lagen jedoch, wo diese knollige Beschaffenheit des Gesteins überhaupt nur sehr selten zu bemerken ist, gelingt es mit einiger Arbeit aus der homogenen Gesteinsmasse bessere Exemplare herauszulösen. Der Umstand, dass man diesen Gesteinen aber weniger in Steinbrüchen begegnet, als den höherliegenden plattig abgesonderten, der Umstand ferner, dass jene häufig die Oberfläche einnehmen, diese aber meist nur mit den Köpfen aus senkrechten Abstürzen herausragen, mag wohl Ursache gewesen sein, dass die hier vorkommenden Ammoniten bisher in der Litteratur weniger Berücksichtigung fanden.

Aus den im Thälchen anstehenden Kuppen stammen mehrere Inflate Ammoniten, deren einer mit

Ammonites acanthicus Opp.

übereinstimmt. Anderes findet sich hier nur in schlechten Exemplaren, wir werden bald bessere Fundstätten kennen lernen.

5. Die Gehänge des letzten kleinen Thälchens vor Crosano, die von der oberen Abtheilung der rothen Kalke gebildet werden, sind reich an Ammoniten und Brachiopoden, zum Theil von guter Erhaltung, die man am besten aus dem aufgelockerten Gestein in den Feldern nordöstlich von Crosano, wo die Athmosphärilien dem Sammler vorgearbeitet haben, herausschlägt. Ich fand neben einer Reihe schwer bestimmbarer Heterophyllen und Lineaten:

Ammonites ptychoicus Qu.
Ammonites geminus n. sp.
Ammonites Volanensis Opp.
Terebratula diphya Col. sp.
Terebratula triquetra Park.

Ich bezeichne fortan die untere Abtheilung dieser rothen Kalke (4) als Schichten *Ammonites acanthicus,* die oberen (5) als Schichten mit *Terebratula diphya.* Erstere mögen hier 30′, letztere 50′ Mächtigkeit haben.

Die Schichten mit *Terebratula diphya* werden nach oben allmählig heller, das Gestein beginnt unvollkommen muschelig zu brechen und als Eigenthümlichkeit zeigt sich mitten zwischen zwei Schichtungsflächen parellel mit denselben im Querbruch eine zackige, grünliche Naht; die obere und untere Hälfte einer Platte sind nämlich durch eine, mit hervorragenden Zacken versehene Ebene, welche von einem grünlichen Häutchen bedeckt ist, in einander gegliedert. Die Erscheinung ist eine sehr auffallende und eine Erklärung derselben lässt sich vor der Hand wohl nicht geben. Die Knollen verschwinden gänzlich, und es brechen nie mehr grosse Platten, das Gestein ist immer mehr oder weniger kurzklüftig. *Ammonites ptychoicus*, sowie besonders *Terebratula diphya* halten aber an bis zur nächsten Schichtenreihe.

6. Ganz allmählig entwickelt sich diese aus den eben beschriebenen Gesteinen, so dass petrographisch die Grenze sich sehr schwer feststellen lässt. Paläontologisch ist dieselbe wohl hinreichend scharf, doch sind Fossilien leider sehr selten. Die Schichten werden immer dünner, doch nie schieferig, das Gestein zeigt sehr ausgezeichneten, flachmuscheligen Bruch und auf demselben einen matten Glanz, nie jenen krystallinischen Schimmer, den die Kalke mit *Terebratula diphya* stets haben. In der Natur ist das Erkennen dieser Gesteine noch durch den Umstand erleichtert, dass dieselben ungemein kurzklüftig und zum Zerfallen in parallelepipedische Brocken geneigt sind, daher stets kleinere mit Gestein-Schutt bedeckte Abhänge bilden, nie aber mit klotzig verwitterten, mehlsackartigen Massen stehen bleiben, wie das wenigstens die Hauptmasse der Diphyakalke gerne thut. Feuerstein, meist von grauer Färbung, seltener von rother, wie vorher, findet sich häufig. Mitunter ist das ganze Gestein kieselig und nur stellenweise finden sich grössere, reine Ausscheidungen, die dann ganz allmählig in das umgebende Gestein verfliessen. Im Allgemeinen scheint es, als ob in allen diesen Gesteinen die Kieselmasse ein Dünnerwerden der Schichten bedingte. Als bezeichnend kann noch der helle Klang beim Zerschlagen angeführt werden. Je reiner kalkig die Masse, desto heller der Klang und

muscheliger der Bruch. Reicht hier ein kurzer, schütternder Schlag hin, grosse Stücke zu zersprengen, so ist bei dem Diphyakalk stets eine grössere Kraftanstrengung nöthig.

Man trifft unsere Schichten aufgeschlossen über dem bei Tierno in dem rothen Kalke gelegenen Steinbruche und kann sie von hier dem allgemeinen Streichen nach bis gegen Crosano verfolgen.

Bei den italienischen Geologen führen die beschriebenen Gesteine den Namen Biancone.

7. Es folgen rothe, seltener weisse Schichten, welche den tieferen mit *Ammonites ptychoicus* oft recht ähnlich werden, im Allgemeinen aber wohl von denselben zu unterscheiden sind. Sie wurden von den Italienern Scaglia genannt, wegen ihrer meist grossen Spaltbarkeit und dünnschieferigen Beschaffenheit. Seltener sind die Ablösungsflächen glatt, so dass das weisse und graue Gestein auch gewissen Varietäten des Biancone gleicht; meist schiefert es rauh und uneben, wie deutscher Pläner, und zeigt eine matte, tief rothe Färbung.

Der eigenthümlichen Verzahnung begegnet man auch hier. Ausser einzelnen Fucoideenartigen Abdrücken fand ich nichts von Versteinerungen. Auch diese Schichten lassen sich, wie die vorigen, von Tierno bis nach Crosano hin verfolgen.

Im ganzen Grossen, wenn man von den letztgenannten Complexen einmal einen aufgefunden hat, etwa die Diphyakalke, in denen man selten lange vergebens nach einem bezeichnenden Fossil suchen wird, verursacht es keine Schwierigkeit, den Biancone und die Scaglia zu trennen. Auf die vorwaltend rothen Diphyakalke folgt weisser Biancone, auf diesen rothe Scaglia. Wie bunte Bänder sieht man diese Gesteine meilenweit an den Abhängen sich hinziehen. Schwer ist die Unterscheidung nur an der Grenze der Abtheilungen, wo die Färbung unsicher wird, und in einzelnen Handstücken. Schimmernder Bruch bezeichnet dann den Diphyakalk, mattes Aussehen Biancone und Scaglia. Letzterer wieder zerfällt in dünne, schalenartige, erstere in parallelepipedische Stücken.

8. Den Schluss der sedimentairen Bildungen machen hier, wie im ganzen südlichen Tirol, mächtige, graublaue Gesteine, die beim Verwittern hell werden. Sie sind reich an allerhand Versteinerungen, die freilich nicht immer in schöner Erhaltung sich finden. Vor allem bezeichnend ist aber das sehr häufige und diesen Schichten eigenthümliche Vorkommen von Nummuliten, die beim Zerschlagen sich deutlich im Querbruch an ihrer concentrisch schaaligen Anordnung erkennen lassen und vielfach aus der Oberfläche herauswittern. Beim gänzlichen Zerfallen des Gesteins finden sie

sich lose im Ackerland und die Landleute nennen sie wegen ihrer Aehnlichkeit mit kleinen Münzen dann wohl soldi. (Prato dei soldi bei Brentonico.)

Diese Schichten bilden den Rücken und östlichen Abfall des von Tierno heraufziehenden Thales und nehmen oben am Anfang desselben auch das Plateau ein, auf dem Crosano steht. Man sieht dicht an dem Kirchhofe dieses Dorfes einen Steinbruch in demselben eröffnet.

Schlägt man den Weg von Crosano direkt nach Brentonico ein, so bleibt man auf diesen Schichten bis gegen den kleinen Abhang hin, der unmittelbar an den ersten Häusern ansteigt. Einzelne kleine Kuppen ragen an mehreren Punkten aus den Maulbeerpflanzungen heraus. Beim Hinabschreiten auf den Nummuliten-Schichten nach dem Tiefsten des Thälchens oberhalb Tierno trifft man plötzlich auf Basalt[1]), der das ganze Thal einnimmt und mit Ausnahme der gegen Tierno gelegenen Seite, wo er sich unter die Alluvionen des Etschthales senkt, von Nummuliten-Schichten überlagert wird. Da derselbe zur Verwitterung sehr neigt, hat er einen fruchtbaren Ackerboden geliefert und das mit prachtvollen Kastanienbäumen und üppigen Weingärten bedeckte Thal bietet einen angenehmen Contrast mit den öden, kahlen Flächen der Kalkbänke, die auf der östlichen Seite emporstarren und das Sonnenlicht mit unerträglichem Glanze zurückwerfen. Die Dörfer Besagno und Tierno stehen theilweise auf diesem Basalt und beim Anlegen der Strasse zwischen diesen beiden Orten fand man in demselben schöne Drusen von Zeolith. Auch Grünerde findet sich in einzelnen, kleinen rundlichen Parthieen; in hinreichender Menge jedoch, um die technische Gewinnung zu lohnen, trifft man dieselbe erst höher gegen das Gehänge der bereits auf venetianischem Gebiete liegenden Monte Baldo-Spitzen.

Am westlichen Abhange des Thals, am Fussweg, der aus demselben nach Besagno hinaufführt, kann man die Auflagerung der Nummuliten-Schichten auf dem Basalt sehr schön beobachten. An der Grenze beider Gesteine findet sich eine mehrere Fuss mächtige Bank von bräunlichem, zerreiblichem Gruss, wohl ein beim Emporsteigen des Basalts gebildetes Reibungsprodukt, zum Theil aber auch gebildet durch das an der Grenze beider Gesteine herausrieselnde Wasser. Der grosse Vogelheerd bei Besagno steht bereits auf Nummuliten-Gestein und dasselbe lässt sich von hier am oberen Rand des Thales entlang bis auf die andere Seite verfolgen, wo wir es bereits früher fanden.

[1]) Ich bediene mich des Ausdrucks Basalt, ohne mich für die wirklich basaltische Natur dieses und anderer dunkel gefärbter, jüngerer Eruptivgesteine Südtirols zu verbürgen. Es fehlen über dieselben noch genaue chemische Untersuchungen.

Der Basalt greift also in seiner jetzigen Erscheinungsweise zungenförmig in das Nummuliten-Gestein ein, von dem er wahrscheinlich früher ganz bedeckt wurde. Spätere Auswaschungen waren erst die Veranlassung der Entstehung des jetzt tief eingeschnittenen Thales.

Betreten wir dem bereits genannten Fusswege folgend die von Besagno nach Brentonico führende Strasse, so gelangen wir unmittelbar an den ersten Häusern des erstgenannten Ortes an den Fuss eines steilen Absturzes, von dem sich gewaltige Blöcke losgelöst haben und eine Schutthalle am Fusse desselben bilden. Beim Zerschlagen derselben fällt, sogleich

Terebratula Rotzoana Schaur.

Terebratula fimbriaeformis Schaur.

in die Augen. In einiger Höhe über dem Orte hat man zur Gewinnung von Bausteinen einen kleinen Steinbruch[1]) angelegt. In demselben wechseln harte, graue Kalkbänke mit weichen, gelb und röthlich gefärbten, wenig mächtigen Schichten, die in Menge schwer bestimmbare Steinkerne von Muscheln aus der Familie der Myarier etc. enthalten. Ueber diesen folgen helle, sehr ausgezeichnete Oolithe von sehr ungleichem, nicht selten bis erbsengrossem Korne, in welchem zerriebene Gasteropoden-Kerne eingebacken sind Blöcke dieses ausgezeichneten Gesteines liegen auch weiter oben im Gebüsche des Plateaus umher. Diese Kalke und Oolithe setzen noch gegen Süden zu fort, bis etwa dahin, wo die Strasse von Besagno nach Brentonico im Zickzack emporsteigt. Hier wird jedoch die Schichtung undeutlich und jene grauen Kalke mit Encriniten und undeutlichen Brachiopoden beginnen, deren schon Oppel[2]) in seiner Beschreibung gedenkt. Sie stimmen bis auf die Farbe, die hier grau, dort aber gelb und roth ist, ganz mit unseren Schichten mit *Rhynchonella bilobata* von Ponte di Tierno überein, und es ist um so weniger zu bezweifeln, dass sie mit denselben identisch sind, als sie ganz dieselbe bathrologische Stellung einnehmen und *Rhynchonella bilobata* sich anderwärts so gut in rothen wie in grauen Kalken findet.

Es folgt Oppel's Posidonomyen Gestein. Ausser den schon von Oppel angeführten Versteinerungen fand ich hier selbst noch

Rynchonella defluxa Opp.

Dieser Punkt ist auch ausgezeichnet für das häufige Vorkommen freilich meist schlecht erhaltener Ammoniten, die sich in den obersten Lagen, unmittelbar am Wege links, wo er das Plateau erreicht, finden.

[1]) Hier sammelte auch Winkler. Br. Leonh. Jahrb. 1865. p. 43. Mein Material lässt eine Bestimmung der Bivalven nicht zu.

[2]) Oppel. Zeitschr. deutsche geologische Gesellsch. 1863.

Ueber den Posidonomyen Gesteinen liegen in regelmässiger Schichtung, hier ziemlich horizontal, etwas nördlicher aber gegen Westen einfallend, die Ammoniten-Kalke. Ich sammelte in denselben unmittelbar an der Strasse

Sphenodus cf. *longidens* Agoss.
Belemnites cf. *semisulcatus* Münst.
Ammonites acanthicus Opp.
Ammonites Uhlandi Opp.
Ammonites compsus Opp.
Ammonites Rüpellensis d'Orb.
Ammonites polyolcus n. sp.
Ammonites cf. *Kudernatschi* Hau.

Die Mächtigkeit dieser Schichten beträgt hier etwa 15′. Sie werden überlagert von den Schichten mit *Ammonites ptychoicus*, wie man etwas weiter hinab gegen Castione, wo die Schichten des *Ammonites acanthicus* den Abhang rechts vom Wege in seinem oberen Theile bilden, während die Schichten mit *Ammonites ptychoicus* am Wege und links von denselben anstehen, beobachten kann.

Die Basis des Hügels, auf dem Castell Brentonico steht, bildet ausgezeichneter Biancone, in welchem ich im Feuerstein einen unbestimmbaren Ammoniten-Abdruck fand. Die Scaglia, unmittelbar unter der Ruine, ist theils roth, theils weisslich gefärbt und führt

Stenonia tuberculata Des.

Gleich hinter dem Castell steht eine kleine Scholle Nummuliten-Gestein an. Dieselbe ruht auf Basalt, welcher den kleinen Hügel mit dem Vogelheerde bildet und sich von hier in einem dem vorhin beschriebenen ähnlichen, aber kleineren Thale nach Castione hinabzieht. Einzelne Kuppen Nummuliten-Gestein's, grauer Kalke und Diphya-Kalke sind auf dem ganzen Plateau zerstreut, welches sich bis an den letzten steilen Absturz des Monte-Nago erstreckt. Man trifft dieselben in unregelmässiger Lagerung wiederholt zu beiden Seiten des Weges, der von Brentonico in zwei Stunden direkt nach den Alphütten des Monte Nago hinaufführt. Ueberall liegen dieselben auf Basalt, welcher hier einen grossen Flächenraum einnimmt. Bei St. Giacomo, wo der Basalt verschwindet, treten die Schichten wieder in Zusammenhang auf, und besonders die Scaglia hat südlich vom Sorne-Ursprung eine grosse Verbreitung.

Steigen wir nun endlich den letzten Abhang des Gebirges hinauf, so treffen wir wiederum unsere grauen Kalke mit den Brachiopoden und Bivalven. Sie sind hier wohl kaum unter 1500′ mächtig und bilden die Hauptmasse des Gebirges, denen die jüngeren Schichten, einer Decke ver-

gleichbar, aufgelagert sind. Die Schichten mit *Rhynchonella bilobata, Terebratula curviconcha* und *Ammonites acanthicus* fand ich hier nicht mit Bestimmtheit. Da jedoch Blöcke dieser verschiedenen Gesteine in den Umgebungen von St. Giacomo umherliegen, die nur von den höheren Gebirgen herabgekommen sein können, so ist an ihrem Vorhandensein auch vorn am Monte Nago kaum zu zweifeln. Steilheit des Gehänges und, wo dies nicht der Fall ist, mächtige Geröllmassen machen die Beobachtung schwierig. Auffallend ist eine Lage dünner, rother, beinahe schiefriger Kalke, welche an der Basis der Diphyakalke liegen, und ziemlich grosse Belemniten führen. Sie dürften zu der Abtheilung des *Ammonites acanthicus* gehören. Ungemein reich sind hier die Diphyakalke an Ammoniten. Ich sammelte in einem zum Bau der Alphütten angelegten Steinbruch neben einer Menge Planulaten, Heterophyllen und Lineaten

Ammonites ptychoicus Qu.
Ammonites geminus n. sp.
Ammonites biruncinatus Qu.
Ammonites volanensis Opp.
Ammonites Zignodianus d'Orb.
Terebratula diphya Col. sp.
Terebratula triquetra Park.

Weiter hin gegen die Alphütten folgt Biancone, aus welchem ich

Ammonites Asterianus d'Orb.

erhielt, und über derselben, wie früher, Scaglia. Beide Gesteine bilden mit den Diphya-Kalken vorwaltend die Unterlage der herrlichen Alpenweiden, welche den Abhang des Gebirges gegen den Lago di Loppio bedecken und treten hier und da in einzelnen Lagen aus demselben heraus. Sie erreichen ihr Ende am westlichen Absturz des Gebirges gegen den Garda-See. Hier beobachtet man, soweit Geröll und Gebüsch es gestatten, wiederum graue Kalke, die ziemlich bis hinab gegen Torbole anhalten. Erst unmittelbar in den Umgebungen dieses Ortes trifft man steil gegen Westen einschliessende Nummuliten-Gesteine und rothe Ammoniten-Kalke.

Wir haben also, vom Ufer der Etsch an aufsteigend, bis nach der Höhe des Monte Nago von Osten nach Westen eine dreimalige Wiederholung derselben Schichtenreihe gefunden. Zwei Verwerfungsspalten müssen von Nord nach Süd die Gebirgsmasse durchsetzen, wie dies in dem Profil angedeutet wurde. Es entstanden drei parallele Streifen, welche in der Weise neben einander gestellt sind, dass man, den steilen, nach Osten gekehrten Abhang auf den Schichtenköpfen hinaufsteigend, die höchste Kante erreicht und dann auf der sanft einschiessenden oder horizontalen obersten

Schicht bis zum nächsten steilen Absturz hinschreitet. Auf der Strecke von Brentonico bis an den Fuss des Monte Nago hat der Basalt eine gewisse Unregelmässigkeit hervorgebracht, indem er sich in bedeutender Breite zwischen die sedimentairen Schichten zwischenlagerte. Im Allgemeinen bleibt aber der so regelmässige Aufbau des ganzen Gebirges immerhin erkennbar.

Stellen wir die beobachteten Schichten nochmals zusammen, so haben wir von oben nach unten

1) Nummuliten-Kalke	ungef.	Mächtigkeit	150′
2) Scaglia	„	„	100′
3) Biancone	„	„	80′
4) Diphya-Kalke	„	„	80′
5) Schichten des *Ammonites acanthicus*	„	„	20′
6) Kalke mit *Terebratula curviconcha* .	„	„	50′
7) Schichten mit *Rhynchonella bilobata*	„	„	100′
8) graue Kalke mit *Terebratula fimbria*	„	„	1500′

Diese Angaben sind jedoch sehr approximativ und können auch nicht als allgemeine Mächtigkeit für ganz Südtirol gelten.

II. Die Gegend zwischen Garda und Torri am Garda-See.

Nachdem wir einen Einblick in die Verhältnisse am Nord-Ende des Monte Baldo gewonnen haben, wenden wir uns an sein südliches Gehänge und durchwandern, Val Lagorina bei der Eisenbahnstation Ceraino verlassend, das Plateau, welches dieses Thal vom Garda-See trennt.

Da, wo Ceraino gegenüber, hinter den letzten Häusern an der Fähre, die Strasse nach Caprino den Berg hinaufführt, fällt zunächst rechts eine steile Wand in die Augen, die aus mächtigen Bänken blaugrauen Kalkes gebildet wird, welche auf den Verwitterungsflächen die Durchschnitte einer Menge Versteinerungen zeigen, die jedoch unbestimmbar sind. Bemerkenswerth ist vielleicht nur eine Rhynchonella. Lagerung und oolithische Gesteinsbeschaffenheit sprechen dafür, dass wir es hier mit einem Theil unserer grauen Kalke zu thun haben. Die Strasse führt weiter hin durch cultivirtes Land und es ist kein anstehendes Gestein zu bemerken. Verlässt man aber die Hauptstrasse und wendet sich, nachdem man die Höhe erstiegen hat, rechts nach dem Rücken hin, welcher den nördlichsten Theil der Hochebene gegen das Etschthal begrenzt, so fallen schon von Weitem eine Reihe in rothem Gestein liegende Steinbrüche in die Augen. Man sammelt in denselben zahlreiche Fossilien aus dem Diphya-Kalke, so

Ammonites ptychoicus Qu.
Ammonites Volanensis Opp.
Ammonites biruncinatus Qu.
Terebratula diphya Col. sp.
Terebratula triquetra Park.
Collyrites cf. trigonalis Des. [1])

während tiefer inflate Ammoniten und ein ausgezeichnetes Exemplar von *Ammonites Rüpellensis* auf die Schichten des *Ammonites acanthicus* deuten.

Ueber den Diphya-Kalken, gerade Pazzone gegenüber, wie diese gegen Westen einfallend, folgen ausgezeichnete Biancone-Schichten.

Das angeschwemmte Land, das sich von hier bis beinahe hinüber an den Garda-See erstreckt, verbirgt auf eine Strecke von mehreren Stunden alles anstehende Gestein. Dörfer mit üppig bestandenen Gärten und Feldern abwechselnd, bedecken die ganze, dem Gesichtskreis eröffnete Gegend, die in wunderbar schöner Weise von dem amphitheatralisch dahinter aufsteigenden Monte Baldo-Gebirge begrenzt wird. Diese Lage, so schön sie für das Auge ist, bringt jedoch die grosse Gefahr furchtbarer Geröllüberschwemmungen mit sich. Jedes Frühjahr wälzen die vom Gebirge herabkommenden Ströme unendliche Massen losgerissener Steinblöcke mit sich, vor deren zermalmender und verschüttender Gewalt nur mühsam das Culturland durch gewaltige Dämme geschützt wird. Einen solchen wenigstens 100′ breiten Geröll-Strom, der den ganzen Sommer und Herbst über trocken liegt, überschreitet man kurz vor dem Orte Garda.

Unmittelbar hinter Garda, an der am Seeufer nach Torri führenden Strasse, treten die Schichten wieder zu Tage und sind durch eine Reihe, zur Gewinnung von Baumaterial für die Festungswerke von Peschiera angelegter Steinbrüche, vortrefflich aufgeschlossen.

1. In dem ersten grösseren derselben, kurz ehe man St. Vigilio erreicht, bei den auf der Stabskarte mit Scavejaghe bezeichneten Häusern, stehen ausgezeichnete Oolithe von grauer, hie und da auch röthlicher Färbung an, die einzelne Feuersteinknauer einschliessen. Beinahe massig steigen die Felsen mit nur schwach angedeuteter Schichtung empor. In den nächstgelegenen Steinbrüchen trifft man noch dasselbe Gestein, es beginnen sich jedoch zahlreiche Versteinerungen einzustellen, besonders grosse Belemniten. Hier, wie an so manchen andern Punkten der Südalpen, könnten

[1]) Nach einer von Professor Désor an Exemplaren der akademischen Sammlung zu München vorgenommenen Bestimmung.

durch Localsammler bei gehöriger Musse schöne Sachen zu Tage gefördert werden; allein solche fehlen gänzlich und der flüchtig Reisende muss sich mit dem Wenigen, Selbstgefundenen begnügen. Eine grosse Ausbeute an sehr wohl erhaltenen Ammoniten gewähren die nächstfolgenden Steinbrüche, besonders der hinter dem einzelnen in einer Baumgruppe versteckt liegenden Hause. Das Gestein ist derselbe Oolith wie bei Vigilio, aber deutlich geschichtet, mit gegen den See gerichteten Einfällen. Die Versteinerungen sind nicht gleichmässig vertheilt, sondern an einzelnen Punkten angehäuft, so dass man oft an einer Stelle eine grosse Menge trifft, während nur wenige Schritte davon entfernt nicht eine einzige zu finden ist. Besonders hervorzuheben sind:

Ammonites Murchisonae Sow.
Ammonites scissus n. sp.
Ammonites ophioneus n. sp.
Ammonites fallax n. sp.
Ammonites gonionotus n. sp.

Ausserdem gefaltete Rhynchonellen, Belemniten, Gastropoden-Kerne und ein Hinnites.

2. Die Oolithe halten noch einige Zeit am Ufer an, bis etwa halbwegs von St. Vigilio nach Torri im Hangenden ein Wechsel eintritt. Gerade da, wo rechts aus dem Felsen unmittelbar an der Strasse eine starke Quelle herausspringt, besteht der ganze Abhang aus der Lumachelle mit *Posidonomya alpina.* Einzelne Brachiopoden- und Ammoniten-Fragmente finden sich zwischen eingebacken.

3. Wenige Schritte weiter trifft man in einem kleinen Steinbruch in grosser Menge *Ammonites acanthicus* und *Ammonites Uhlandi* und etwas höher am Berge hinter dem kleinen Olivenhaine, dicht vor Torri:

4. *Terebratula diphya* und *Ammonites ptychoicus*, also ganz dieselbe Aufeinanderfolge der Schichten und Versteinerungen, wie schon wiederholt früher, und mit demselben Einfallen gegen Westen gegen den See hin. Vergleichen wir die hier beobachteten Verhältnisse mit denen bei Pazzone, so finden wir in der grossen Analogie derselben wiederum einen Beweis der nordsüdlich streichenden Verwerfungsspalten, welche das Monte Baldo-Gebirge durchsetzen. Auffallend und interessant jedoch ist das Auftreten einer Cephalopoden Fauna in Schichten, die mit den grauen Kalken eine gleiche bathrologische Stellung zu haben scheinen.

Umgegend von Roveredo.

III. Der nördliche Abhang des Monte Zara zwischen dem Etschthal und Val Arsa.



a. Strasse unter Mad. del Monte. b. Arsathal unter Albaredo.
1. Dolomit. 2. Graue Kalke des Unterooliths. 3. Schichten der *Rhynchonella bilobata* und Posidonomyengestein. 4. Schichten des *Ammonites acanthicus* und Diphyakalke.

Ueberschreitet man in Roveredo die über die Lena führende Brücke und folgt der südlichen Hauptstrasse noch etwa 100 Schritt, so gelangt man an einen freistehenden Brunnen, bei welchem linker Hand unter einem Thorbogen hindurch der vicolo della Madonna sich gegen den Abhang des Berges hinaufzieht. Dieses Gässchen führt zwischen Mauern hindurch nach der 10 Min. entfernten Kirche Madonna del Monte, von deren Terrasse aus man eine weite Umsicht über Roveredo, das Etschthal, die gegenüberliegenden Gebirgszüge des Orto d'Abram und des Monte Baldo, sowie weit hinauf bis gegen Volano und hinab nach Marco geniesst, und die dem Neuankommenden einen ebenso passenden Punkt zur Orientirung über die Lage von Orten und Bergen bietet, wie der sich hinter demselben hinaufziehende Berg geeignet ist, einen Ueberblick über einige der wesentlichsten und charakteristischsten Schichten der Südtiroler Gebirge zu geben.

1. Unmittelbar hinter dem auf die Kirche folgenden Hause trifft man auf rothe Kalke, die in mehreren, einige Fuss mächtigen Bänken gegen das Etchsthal einfallen. Ich sammelte in denselben:

Ammonites rectelobatus Hauer.
Ammonites tripartitus Rasp.
Ammonites subobtusus Kud.
Ammonites subradiatus Sow.
Ammonites Brogniarti Sow.
Posidonomya alpina Gras.
Terebratula curviconcha Opp.
Terebratula Gerda Opp.
Terebratula Gefion Opp.
Terebratula sulcifrons n. sp.
Terebratula Roveredana n. sp.

Rhynchonella Brentoniaca Opp.
Eugeniacrinus sp. ind.
Pentacrinus spec. ind.

Das Gestein enthält stellenweise sehr viel Brauneisenstein, der in Gestalt runder Körner, dem Bohnerz ähnlich, in demselben angehäuft ist. Ganze Nester desselben, mit Pycnodonten-Zähnen untermengt, verdrängen zuweilen das Gestein gänzlich.

2. Etwas höher am Berge, wo einige kleine Steinbrüche eröffnet sind, treten in hellerem Gestein Belemniten und Ammoniten auf. Es konnte bestimmt werden:

Ammonites acanthicus Opp.
Ammonites compsus Opp.
Ammonites Uhlandi Opp.

Den oberen Ammoniten-Horizont mit *Ammonites ptychoicus* fand ich nicht mit Sicherheit auf, doch scheinen weisse Kalke mit Belemniten sehr reich an Feuerstein, welche in einer kleinen Scholle hinter der Kirche liegen, demselben anzugehören. Von Ammoniten-Kalken wird der Kamm gebildet, der gegen das Etschthal hin das erste einer ganzen Reihe kleiner Aufbruchsthäler begrenzt, die in paralleler Anordnung von Nord nach Süd in das Gebirge einschneiden. Beim Hinabsteigen nach dem Thälchen trifft man dann unter den Ammoniten-Kalken die Schichten mit *Terebratula curviconcha*, die Fortsetzung der bei der Kirche beobachteten. Dieselben bilden am ganzen Gehänge hin einerseits bis Lizzanella, andererseits bis Roveredo die Unterlage der Ammonitenkalke.

3. Unter den Schichten der *Terebratula curviconcha* folgen, wie wir das bei Tierno sahen, bunte, zum Theil auffallend gelbe Kalke mit *Rhynchonella bilobata* und dem unteren Encriniten-Horizont. Sie sind besonders schön zu beobachten oberhalb Lizzanella gegen Roveredo hin, wo sie zeitweise gebrochen und zu mancherlei architectonischen Zwecken verarbeitet werden. Sie enthalten in grosser Menge, aber leider in unbestimmbaren Bruchstücken, Seeigel-Reste.

4. Aufwärts in dem kleinen Thälchen, wo sich ein alter Schiessstand befindet, erkennt man sogleich die grauen Kalke wieder, die hier in derselben petographischen Mannigfaltigkeit anstehen, wie am Monte Baldo. Sie bilden die Hauptmasse des Monte Zara und lassen sich bis hinüber an den oberen Theil des Gehänges von Val Arsa bei Albaredo verfolgen. Einzelne, zwischen eingelagerte, weichere Schichten widerstanden dem Einfluss der Athmosphärilien weniger gut und ihre Auflösung wurde bei der steilen Schichtenstellung gegen das Etschthal die Ursache des Herabstürzens

des ganzen Complexes festerer, überlagernder Schichten. Es entstand so jener furchtbare Bergsturz, der das Etschthal bis an die gegenüberliegenden Gebirgsabhänge bedeckte und dessen Trümmer als Lavini di Marco seit Dante's Zeiten bekannt sind. Dass man es hier in der That mit einem Bergsturz, nicht mit einer Gletscher-Moräne zu thun hat, darauf ist noch neuerlichst von Mojsisovics hingewiesen worden. [1])

Auf der anderen Seite des Berges gegen Val Arsa steigt man auf den Köpfen der Schichten hinab gegen Albaredo.

5. Ein ziemliches Stück unterhalb des Orts bemerkt man in den steil nach Val Arsa hinabführenden Wasserrissen einen auffallenden Gesteinswechsel. Die Schichtung verschwindet und an die Stelle der wohlgeschichteten Kalkbänke treten bis hinab an die Lena wohl an 500′ mächtige, massige, weisse und graue, seltener rosenrothe, drusige Dolomite mit wenigen Versteinerungen. Es fand sich nur

Turbo solitarius n. sp.
Avicula exilis Stopp.

sowie undeutliche Gasteropoden- und Acephalen-Kerne. Geht man nicht über das Gebirge den Weg nach Roveredo zurück, sondern folgt anfangs dem Fusswege längs der Lena, dann von den Papiermühlen an der schönen Kunststrasse, so bekommt man das ganze eben beschriebene Profil noch einmal und zum Theil besser zu sehen, indem die grauen Kalke, welche unten im Thal etwas abwärts von dem Wasser-Reservoir von Roveredo die Dolomite überlagern, in den Umgebungen von Sega di Noriglio zu beiden Seiten des Thales ausgezeichnet aufgeschlossen sind und einen grossen Reichthum von Versteinerungen enthalten. Jeder Schicht pflegt ein bestimmtes Fossil eigen zu sein, und dann in derselben in grosser Häufigkeit aufzutreten. Es finden sich dort Austernbänke, Ceromyenbänke, Brachiopodenbänke etc. Folgende sind die hauptsächlichsten Vorkommnisse dieser Localität:

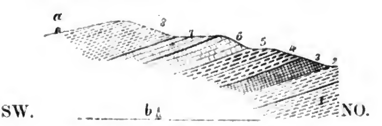
Chemnitzia terebra n. sp.
Ceromya papyracea n. sp.
Gresslya elongata n. sp.
Terebratula fimbria Sow.
Terebratula Rotzoana Schaur.
Terebratula fimbriaeformis Schaur.
Terebratula hexagonalis n. sp.
Pentacrinus sp. ind.

[1]) Mittheilungen des österreich. Alpenvereins I. p. 182.

Dann Fragmente von Seeigeln. Die Peatacriniten finden sich in diesen Schichten immer sehr einzeln und nie in ganzen Bänken, wie in den obern.

Etwas höher am Abhang, bei den le Porte genannten Häusern, sind einige Bänke heller, mit Kalkspath-Wülsten durchzogener Kalke ganz mit einer kleinen, glatten Terebratel (Waldheimia) erfüllt. Ueber demselben folgen gegen das Etschthal hin sehr bald die Kalke mit *Rhynchonella bilobata.* Die Uebereinstimmung der Lagerung, der petrographischen Beschaffenheit und der Petrefaktenführung, mit denen am Monte Baldo beobachteten, ist eine so auffallende, dass ein weiteres Zusammenstellen unnöthig erscheint.

IV. Die Umgebungen von Nomi.



a. Castell über Pomarolo. b. Nomi.
1. Dolomit und graue Kalke des Unteroolíths. 2. Schichten der *Rhynchonella bilobata.* 3. Posidonomyengestein. 4. Schichten des *Ammonites acanthicus.* 5. Diphyakalk. 6. Biancone. 7. Scaglia. 8. Nummulitenschichten.

Dem Flecken Volano gegenüber, bei den Dörfern Nomi und Chiusole tritt ein Ausläufer des Orto d'Abram-Zuges weit in das Etschthal heraus und sondert sich so schon von weitem deutlich von der Hauptmasse des Gebirges ab. Derselbe besteht von NO nach SW aus einer prachtvoll aufgeschlossenen Folge sämmtlicher Schichten von den grauen Kalken bis zum Nummulitengestein.

Wir beginnen unsere Wanderung bei der Fähre von Calliano, auf dem rechten Flussufer, wo bei einem Crucifix die grauen Kalke an der Strasse anstehen; sie lassen sich längs derselben bis beinahe an das Dorf Nomi verfolgen, wo sie mit südlichem Einfallen sich unter die vom Gebirge herabkommenden rothen Ammonitenkalke verbergen. Viele am Gebirgsabhang sich hinziehende Fusswege geben Gelegenheit, die verschiedenen Schichten kennen zu lernen. Am Crucifix stehen dolomitische sehr bröcklige Kalke an, ohne alle Fossilien, gleich über demselben fallen dunkel blaugraue, grosse oolithische Gesteine auf, die nicht selten schöne Encriniten-Stielglieder enthalten. Sie werden überlagert von Kalken mit

Terebratula Rotzoana Schaur.
Terebratula fimbriaeformis Schaur.

auf die in mehrfachem Wechsel thonig kalkige Schichten mit

Ceromya papyracea n. sp.
Thracia tirolensis n. sp.

und einem ganzen Heere von anderen Bivalven folgen. Besonders interessant ist eine Bank dunkelgrauen Kalks, die von krystallinischen Kalkspathmassen so durchzogen ist, dass das eigentliche Gestein beinahe ganz verschwindet. Diese Kalkspathwülste haben eine längliche, flache Gestalt mit gleichen in ihrem Gesammthabitus breitgedrückten Schilfstengeln. Meist bekommt man nur den Querbruch zu sehen, und dann erscheinen eine Menge mannigfach gekrümmter, flacher, linsenförmiger Durchschnitte, von 1 — 1½′ Länge, in der verschiedensten Art neben einander liegend, sich aber nie durchkreuzend. Immer erscheinen die Umrisse vollständig. Gelingt es, gut verwitterte Stücke zu erlangen, so trifft man die ganzen Stengel einzeln herausgefallen und ihre Oberfläche erscheint von rindenartiger Beschaffenheit. Ich konnte mich doch trotz der Aehnlichkeit, die diese Wülste mit Pflanzen zeigen, schwer entschliessen, sie wirklich für versteinerte Pflanzen zu halten, bis ich, durch Baron von Zigno in Padua aufmerksam gemacht, bei Pernigotti im Venetianischen ganz in demselben Horizonte derartige Stengel fand, die theils aus Kalkspath, theils aber ganz aus Kohle bestanden. Ich konnte nun nicht mehr zweifeln, dass bei Nomi wirklich mächtige, mit Pflanzenstengeln erfüllte Bänke vorliegen. Die genauere Beschreibung dieser Dinge haben wir von Baron Zigno in seinem Werke über die Unteroolithpflanzen von Rotzo zu erwarten. [1]) Diese Bank, stets von demselben Aussehen, findet sich an sehr vielen Punkten und ist immer leicht wieder zu erkennen. Da das Gestein auch in dicken Bänken liegt und sehr fest ist, gelingt es häufig gerade nach diesem Pflanzengestein den in Rede stehenden Komplex an den vom Gebirg herabgefallenen Blöcken aufzufinden.

2. Auf die grauen Kalke folgt der untere Encriniten-Horizont, in dem sich hier ausser den kleinen, gefalteten Rynchonellen einige sehr schöne Exemplare von einer *Terebratula* cf. *perovalis* fanden.

3. Hierüber liegen die Schichten der *Terebratula curviconcha* mit:

Terebratula curviconcha Opp.
Terebratula Gerda Opp.
Rhynchonella Brentoniaca Opp.

---

[1]) Zigno, Le Piante fossili dell' oolite. Venezia.

Dann

4. Schichten des *Ammonites acanthicus*,

5. Diphya-Kalke

mit vielen, jedoch sehr fest im Gestein sitzenden Ammoniten.

6. In dem Biancone gelang es

Aptychus sp.

Ammonites sp.

zwar nicht bestimmbar, doch von gänzlich anderem Charakter, als die im tiefer liegenden Diphyakalke auftretenden, zu finden.

7. Regelmässig überlagert denselben die Scaglia mit *Stenonia tuberculata* Des., auf welche

8. endlich das Nummuliten-Gestein mit einer Fülle von Gasteropoden und Acephalen folgt. Dasselbe bildet den Rücken des Hügels, auf dem das Castell steht, und bedeckt den ganzen sich nach Pomarolo hinabziehenden Abhang. Am Fusse dieses Hügels wenig entfernt von Nomi in den Weinbergen fand ich ein ausgezeichnet erhaltenes Exemplar einer Krabbe.

V. Umgebungen von Volano.



a. Strasse von Roveredo nach Volano. b. Abhang über Ilario. c. Erster Rücken parallel dem Etschthal. d. Zweiter Rücken. e. Abhang über Balderi.
1. Nummulitengestein. 2. Biancone und Scaglia. 3. Diphyakalk. 4. Schichten des *Ammonites acanthicus*. 5. Posidonomyengestein.

Die zwischen Roveredo und Volano liegenden Höhenzüge bilden die Fortsetzung der jenseits Roveredo am Monte Zara bereits beschriebenen und zeigen auch sehr ähnliche Verhältnisse. Die tiefsten zu beobachtenden Schichten sind etwas jenseits Volano sehr rein weisse, drusige Dolomite mit Turbo- und Aviculakernen, welche über Castell Pietro in grossen Blöcken von dem senkrechten Abhang sich losgelöst haben und heruntergestürzt sind. Auf sie folgen die grauen Kalke, ohne dass hier, so wenig wie in Val Arsa, eine scharfe Grenze zu beobachten wäre. In den grauen Kalken findet sich unmittelbar an dem Hauptweg, welcher von Volano auf den Finonchio führt, eine Bank, welche ausgezeichnete Pflanzenabdrücke enthält. Besonders fällt unter denselben ein schöner Farren auf. Ich theilte dieselben Hrn. Baron v. Zigno mit, der dieselben

zwar solchen im Venetianischen im demselben Gestein sich findenden Arten für sehr ähnlich erkannte, bei der kurzen Zeit meiner Anwesenheit eine genauere Bestimmung jedoch nicht vorzunehmen vermochte. In unmittelbarer Nähe von diesen Pflanzen, die übrigens in mehreren Bänken vertheilt zu sein scheinen, liegt:

Chemnitzia terebra n. sp.
Ceromya papyracea n. sp.
Terebratula hexagonalis n. sp.

Die grauen Kalke halten an bis dicht vor Volano. Hier, wo von links das kleine Thälchen herabkommt, liegen unmittelbar auf denselben die Schichten der *Rhynchonella bilobata.* Man kann dieselben mit ihren Versteinerungen entlang Vallunga bis gegen Roveredo verfolgen. Sie werden unmittelbar von Kalken überlagert, deren petrographische Beschaffenheit z. B. bei Saffoni, auf Schichten der *Terebratula curviconcha* deutet.

Die Schichten des *Ammonites arcanthicus* fehlen auch nicht, sie sind aber meist nur undeutlich zu beobachten, da überall die Diphya-Kalke in ausgezeichneter Entwicklung die Abhänge einnehmen. In einem Steinbruch bei Volano gleich neben dem Eingang des Thälchens, an dem wir die Schichten der *Rhynchonella bilobata* zuerst trafen, fand sich neben anderen bereits angeführten Ammoniten des Diphyakalkes

Ammonites hybonotus, Opp.

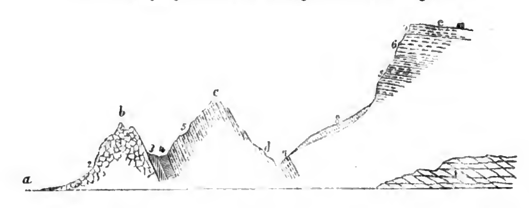
und in demselben Zuge weiter südlich im Steinbruch bei Balderi gleichfalls mit *Terebratula diphya*

Ammonites lithographicus Opp.

Ganz wie bei den früher beschriebenen Profilen, treffen wir auch hier auf eine der nordsüdlich streichenden Verwerfungsspalten; es stehen nämlich etwas nördlich von Saffoni nach dem bei Toldi gelegenen Rücken hin, nochmals die Schichten der *Terebratula curviconcha,* dann rothe Ammoniten-Kalke, welche die Durchschnitte zahlreicher Inflaten zeigen (Schichten des *Ammonites acanthicus*) und hierüber Diphya-Kalk an, also ganz eine Wiederholung der vorher beobachteten Reihenfolge. Hat man sich hier, wo die Verhältnisse sehr deutlich sind, orientirt, so findet man sich auch bei Volano schnell zurecht. Daselbst gehört der vorhin erwähnte Steinbruch in Diphya-Kalk dem ersten Zuge an, während die unmittelbar hinter der Kirche anstehenden grauen Kalke reich an Encriniten und *Rhynchonella bilobata* Theile des zweiten, vorderen, mehr gegen das Etschthal gelegenen Zuges bilden. In dem Biancone dieses vorderen Zuges gegenüber der Kirche fand sich:

Ammonites Asterianus d'Orb
Aptychus sp.
Darüber Scaglia, letztere häufig mit Fucoideen und endlich Nummuliten-Gestein. Die letztgenannten Schichten lassen sich von Volano über Vallunga bis nach Roveredo verfolgen. Das Nummuliten-Gestein tritt bei St. Ilario noch in einer einzelnen Kuppe, etwas getrennt von den Bergrücken aus dem Schuttland der Ebene heraus. Das diesem Abschnitt beigegebene Profil gibt einen Durchschnitt etwa halbwegs zwischen Roveredo und Volano.

VI. Umgegend von Borgo in Val Sugana.



a. Brenta. b. Monte Zacon. c. Monto Armentara. d.[1]) Strasse von Borgo nach Sella. e. Alpe Vezzena.
1. Thonschiefer. 2. Porphyr. 3. Conglomerat. 4. Sandstein und Rauchwacken. 5. Dolomit. 6. Graue Kalke des Unteroolitha. 7. Rother Ammonitenkalk. 8. Schotter.

In den folgenden Profilen betreten wir neue Gebiete, in denen nicht mehr mit derselben Sicherheit wie in den früheren, Schicht auf Schicht sich beobachten und bestimmte Versteinerungen für alle Horizonte sich angeben lassen. Es treten uns mächtige Complexe zum Theil ganz ungeschichteter Kalk- und Dolomitmassen entgegen, in denen oft nur vereinzelte Reste von Fossilien schwache Anhaltspunkte gewähren. Das Profil, welches ich, aufmerksam gemacht durch die Karte des montan. Vereins, aufsuchte und das von demselben bereits nach dem damaligen Stand der Kenntnisse in den Beilagen zur Karte mitgetheilt wurde, beginnt in Val Sugana in der Nähe von Masi, läuft über Monte Zacon nach dem Monte Armentara, von hier hinab nach dem vom Moggio durchströmten Thale, macht dann einen Sprung, etwa eine Stunde aufwärts, bis zu dem westlichsten der Häuser,

[1]) Auf dem Profil fehlt aus Versehen neben dem Buchstaben d die Zahl 6.

welche den Namen Sella führen und steigt von hier nach der Cima Vezzena hinauf. Das von Zigno im Jahrb. Reichsanst. 1851 veröffentlichte, von der etwas mehr östlich gelegenen Cima Dodici beginnende Profil, kann als eine unmittelbare südliche Fortsetzung des meinigen betrachtet werden, so dass beide zusammen einen Durchschnitt der ganzen tiroler und venetianischen Alpen von dem Granitstock der Cima d'Aasta, bis hinab nach der venetianischen Ebene gewähren. Ich komme weiter unten darauf zurück nachzuweisen, inwiefern meine Beobachtungen mit denen v. Zigno's übereinstimmen.

Der steil aus Val Sugana aufsteigende Monte Zacon, den man am Besten erreicht, wenn man die Hauptstrasse bei dem alten castellartigen Gebäude verlässt, um die Brenta zu überschreiten, besteht aus Porphyr, der die Hauptmasse des Berges bildet und erst auf dessen Südseite von sedimentairen Schichten bedeckt wird. Letztere, die den Sattel zwischen Monte Zacon und dem weit höheren, südlich vorliegenden Monte Armentara einnehmen, bestehen zunächst am Contact aus einem groben Conglomerat von Porphyr und Sandsteinbrocken, welches allmählig in reineren Sandstein übergeht und endlich zu einem ebenflächigen, feinen röthlichen oder gelblichen Sandstein wird. Man sieht denselben in sehr steilen, nach Süden einfallenden Schichten zu beiden Seiten des Wassers anstehen, welches den westlichen Abhang des Sattels herabkommt. Auf den Schichtflächen dieses Sandsteines fand sich

Posidonomya Clarai Emr.

In naher Verbindung mit demselben, ohne dass jedoch die Lagerung wegen der Wälder und Wiesen genau zu beobachten wäre, stehen harte, blaugraue Kalke an, die bei der Verwitterung gelblich werden und ein zerfressenes, rauhes, gewissen Schichten des Thüringer Zechsteins sehr ähnliches Ansehen erhalten. Sie enthalten besonders in dem östlich gegen Borgo hinablaufenden Thale eine Menge Versteinerungen, unter denen ich bestimmen konnte:

Pecten margarithae Hau.
Mytilus sp.
Myacites Fassaensis Wissm.

Einzelne Blöcke eines dunkelrothen, oolitischen Gesteins sind beinahe ganz erfüllt mit zierlichen, kleinen Gasteropoden. Leider konnte ich ihr Lager nicht auffinden, doch kann es nur dem oberen Theile dieses Complexes angehören. Das Gehänge des Monte Armentara, das man auf steilen Fusspfaden, durch Gebüsch und schlüpferigen Rasen mannigfach gehindert, ersteigt, besteht ganz aus schichtungslosem Dolomit mit undeutlichen Gasteropoden-Kernen. Etwas weiter westlich scheint die oberste Parthie

des Kammes aus geschichtetem Gestein zu bestehen; ich konnte dieselben aber nicht näher untersuchen.

Erst jenseits im Thale des Moggio unmittelbar am Wege auf dem linken Flussufer treffen wir wieder sichere Anhaltspunkte in steil gegen Süden einfallenden Ammoniten-Kalken. Sie enthalten in zum Theil ausgezeichneter Erhaltung

Ammonites polyolcus n. sp.
Ammonites isotypus n. sp.
Ammonites acanthicus Opp.
Ammonites Uhlandi Opp.
Ammonites Strombecki Opp.
Aptychus cf. *latus* Mnst.
Inoceramus cf. *giganteus* Golds. sp.
(*Posidonia gigantea* Goldf.)

Der Punkt ist sehr leicht zu finden, da es der einzige ist, wo rothe Ammonitenkalke unmittelbar am Wege anstehen. Folgen wir dem Lauf des Flusses ein wenig abwärts, so treffen wir da, wo der Fluss etwa 200′ tief unter der Strasse in einem engen felsigen Bette hinströmt, plötzlich die grauen Kalke von der Sega di Noriglio in merkwürdig ähnlicher Ausbildung wieder Ausser den bereits bekannten Brachiopoden und Pelecypoden fand ich hier auch einen Pycnodonten-Zahn. Die Schichten stehen ebenso steil, wie weiter oben die Ammoniten-Kalke, von denen sie hier sogleich überlagert werden. Gewiss sind die grauen Kalke auch an jenen Punkten zu finden, aber unter dem vom Armentara herabgekommenen Gerölle verborgen.

Die eben angeführten Ammoniten gehören alle dem unteren Ammoniten-Horizonte an, der obere scheint jedoch auch vertreten zu sein, da einzelne im Thal umherliegende Blöcke *Ammonites geminus, Ammonites lithographicus* und *Ammonites quinquecostatus* enthielten.

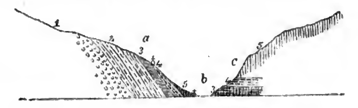
Gehen wir nun zurück nach Sella, wo sich uns Gelegenheit bietet, auf einem Fusspfade nach der etwa 6000′ hohen Cima Vezzena hinaufzuklimmen. Am Fuss derselben unten im Thale steht zunächst eine kleine Parthie Thonschiefer an. Ueber demselben beginnen Dolomite, grau und weiss, zum Theil ausgezeichnet drusig, die bis nahe an den Kamm anhalten und eine Mächtigkeit von cc. 4000′ erreichen mögen. Es findet sich nicht selten in denselben

Turbo solitarius n. sp.
Phasianella sp.
Avicula exilis Stopp.

sonst immer dieselbe Armuth an Versteinerungen. Kurz ehe man das Plateau erreicht, auf dem das einsame Alpenwirthshaus steht, trifft man dunkle, graue Kalke mit denselben Versteinerungen, wie unten im Thal. Leider sind sie nicht scharf gegen die Dolomite abgegrenzt, wie wir schon bei Volano sahen. Es folgen ziemlich horizontal gelagert, mit einer ganz schwachen Neigung gegen Süden Ammoniten-Kalke und Biancone.

Wir haben also an diesem, an der östlichen Grenze Tirols gelegenen Punkte in dem oberen Theile des Profiles dieselbe Aufeinanderfolge der Schichten wie bei Roveredo gefunden. Die Dolomite bleiben aber auch hier noch eine ungegliederte, nach oben ungenügend begrenzte Masse. Dafür liess ihre untere Grenze durch die Schichten mit *Posidonomya Clarai* sich feststellen.

VII. Die Umgebungen von Pieve di Bono in Iudicarien.



a. Prezzo. b. Val Bona. c. Colognola.
1. Conglomerat (Verrucano). 2. Sandstein (Servino). 3. Kalke mit *Spiriferina Mentzelii*. 4. Halobienschichten. 5. Dolomit und Kalk.

Etwa in der Mitte von Val Bona, dem westlichsten der Thäler, welche Südtirol von Nord nach Süd durchziehen, mündet das aus den westlichen lombardischen Grenzgebirgen herabkommende Daonethal. Wir versetzen uns gleich in dasselbe hinein, etwa eine Viertelstunde hinter das Dorf Daone, wo wir bei der Brücke auf Conglomerate, aus rundlichen Quarz- und Porphyrfragmenten bestehend stossen, die in der Nähe der Mühle anstehen und vielfach in Blöcken umherliegen. Ueberschreiten wir den Bach und wenden uns dann von der Mühle an thalabwärts, so sehen wir auf dem rechten Ufer, auf dem wir nun bleiben, die Conglomerate feiner werden und allmählig in einen homogenen, meist intensiv rothen, seltener grünen und grauen Sandstein übergehen, der in regelmässiger Schichtung nach Osten einfällt. Derselbe ist sehr reich an Glimmer, der vermöge seiner, der Schichtung parallelen Anordnung, Ursache einer sehr vollkommenen Spaltbarkeit des Gesteins wird. Längere Zeit führt der Weg auf diesem Sandstein hin, bis man denselben tief unten im Flussbett, unterhalb Daone verschwinden sieht. Gegen Oben stellen sich nach und nach hellere Schichten ein, der Kalkgehalt, anfangs nur unbedeutend, nimmt zu, die Schichten werden dicker und

weniger ebenflächig, bis man endlich, in dem kleinen Thal, oder besser Riss, der rechts herabkommt, ehe man Prezzo erreicht, rauchwackenartige Gesteine, grau, gelb bestaubt, porös, in dicken Bänken mit dolomitischen Sandsteinen wechselnd, antrifft. Man bleibt in diesen Gesteinen bis dicht vor Prezzo, wo Wiesen und Gärten für eine kurze Strecke das Gestein bedecken. Im Orte selbst stehen unmittelbar an der Kirche dunkle, aussen leberbraune, sehr homogene dicke Schiefer und Kalke an, stark gegen Osten einschiessend, in denen ich theils an der Kirche, theils unten am Bach

Orthoceras sp.
Ceratites euryomphalus n. sp.
Ammonites Aon Mnst.
Ammonites sp. (globose).
Halobia Lommeli Wissm.
Posidonomya Wengensis Wissm.
Pflanzenreste

sammelte. Helle versteinerungsleere Kalke bilden gegen das Thal den Schluss.

Wie schon erwähnt, steht Daone auf Sandsteinen, welche die unmittelbare Fortsetzung derjenigen am rechten Ufer bilden und wie jene von Rauchwacken überlagert werden. Auf diese folgen ähnliche dunkle Gesteine, wie diejenigen von Prezzo, allein die Bänke sind dicker, die Ablösungen auffallend uneben und höckerig, die Farbe mehr ins Graue spielend, was theilweise von häufig eingesprengten Glimmerblättchen herrührt. Feuerstein in Knauern ist nicht selten. Aus einem Steinbruch unmittelbar an der Strasse von Daone nach Pieve stammen:

Spiriferina Mentzelii Dnkr.
Terebratula cf. *vulgaris* Schl. sp.
Encrinus liliiformis Schl.
Pflanzenreste.

Die Halobiaschichten folgen in regelmässiger Ueberlagerung unterhalb Formio gegen Val Bona hin, die oben genannten Versteinerungen führend und correspondirend mit denen von Prezzo.

Jenseits Pieve auf dem gegenüberliegenden Thalgehänge von Val Bona, wo der Weg nach Colognola sich von der Hauptstrasse abzweigt, stehen nochmals die Schichten mit *Encrinus liliiformis* an und zwar in ziemlich horizontaler Lagerung. Es setzt also durch Val Bona ein Bruch hindurch, der die Encriniten-Schichten auf dem linken Ufer emporhob und in gleiche Höhe mit den hellen Kalken unter Prezzo warf. Die Halobia-Schichten sah ich bei Colognola nicht, doch liegen sie sicher unter der Rasendecke des kleinen Plateaus, was sich unmittelbar hinter dem Orte am

3

Gehänge hinzieht. Ich suchte hier nicht lange nach denselben, da ich meinen Zweck, die Trennung der Halobien- und Encriniten-Gesteine zu beobachten, auf dem anderen Ufer bereits erreicht hatte und meine Zeit gemessen war.

Ich überschritt von Colognola aus den Gebirgsrücken nach Tierno in Val di Ledro, in der Hoffnung, in den gewaltigen, hier lagernden Dolomit- und Kalkmassen Versteinerungen zu finden. Ausser undeutlichen Bivalven, welche einzelne nicht sehr hoch über Colognola an dem grossen Bretterhause umherliegende Blöcke erfüllen, kam mir jedoch nichts vor. Es liess sich nicht einmal entscheiden, ob die Schichten, denen diese Blöcke entstammen, hier anstehen, oder von höher herunter gekommen sind. Der ganze Abhang bis hinauf zur Passhöhe ist mit mächtigen Schutthalden von Dolomit- und Kalkgeröllen bedeckt, die allmählig im Frühjahr weiter in das Thal hinabrücken. Erst jenseits über Tierno findet man eine isolirte Scholle rothen Kalkes, die aber weiter keinen Aufschluss gewährt. (S. die Karte des Mont. Ver.)

Wir haben also von unten nach oben folgende Gesteine gefunden:

1. Konglomerate.
2. Glimmerige, meist rothe Sandsteine c. 1000′.
3. Rauchwacken 300′.
4. Knollige, dickplattige Kalke mit *Spiriferina Mentzelii*, wenig mächtig.
5. Homogene Schiefer und Kalke mit *Halobia Lommelii* und *Ammonites Aon*.
6. Dolomit.

Als Fundort für Fossilien aus dem Dolomit ist mehrfach in der Litteratur[1]) Storo, einige Stunden südlich von Pieve, citirt, und da die dortigen Dolomite eine unmittelbare Fortsetzung der über Colognola anstehenden sind, wandte ich mich zunächst nach diesem Punkt, um Aufschluss über den Dolomit, diese Sphinx der Alpengeologie, zu suchen. Profile, ähnlich dem oben mitgetheilten, lassen sich hier freilich nicht verfolgen, ich werde aber späterhin nachweisen, dass die aufgefundenen Versteinerungen uns hinreichend sichere Anhaltspunkte gewähren, um auf Analogie mit anderen Gegenden hin Schlüsse über das Alter dieser Dolomite zu ziehen.

VIII. Die Gegend zwischen Storo und dem Garda-See.

Die von der Linie Riva-Storo südlich gelegene Gebirgsparthie dürfte eine der interessantesten für das südliche Tirol werden und später eine

[1]) Hauer, Erläuterungen. Jahrbuch der geol. Reichsanst. 1858. p. 479.
Stoppani, Petrefications d'Esino p. 146.

schrittweise Aufnahme unumgänglich nöthig sein, weil diese Gegend mannigfache Analogien mit der Lombardei bietet und daher das Bindeglied für kartographische Aufnahmen beider Länder bilden wird. Ich kann hier nur einzelne Andeutungen geben, da eine eingehende Untersuchung in diesen einsamen und schwer zugänglichen Gebirgen die Kräfte und Mittel des Einzelnen nur zu schnell übersteigt.

Tritt man bei Storo aus dem Val Ampola in das breite Chiesa-Thal hinaus, so fällt der landschaftliche Unterschied der beiden Thalseiten sehr in die Augen. In sanft gerundeten Formen mit Gebüsch bis oben hin bedeckt, ziehen sich die Gebirge drüben bis zum höchsten Kamme hinauf, während diesseits über einer steilen Schutthalde senkrecht über 1000′ hohe prallige Wände in die Höhe steigen, oben mit kahlen Plateaus gekrönt. Dort haben wir ein Sandstein- und Porphyr-, hier ein Dolomitgebirge vor uns. Was diese Dolomite und Kalke so ungemein interessant macht, ist ihr grosser Reichthum an Versteinerungen. Ich sammelte zu beiden Seiten der Mündung von Val Ampola:

Turbo solitarius n. sp.
Natica incerta n. sp.
Cardita cf. multiradiata Emmr. sp.
Megalodus triqueter Wulf sp.
Dicerocardium Jani Stopp.
Modiola pupa Stopp.
Gervillia cf. praecursor Qu.
Avicula exilis Stopp.
? *Gastrochaena* sp.

Ausserdem mancherlei andere Dinge, deren genaue Bestimmung ich erst bei reicherem Material aus lombardischen Lokalitäten vornehmen möchte.

Die meisten dieser Versteinerungen füllen für sich ganze Bänke und bilden dann wahre Lumchellen. *Megalodus triqueter* scheint am häufigsten gegen oben fortzusetzen, wenigstens sah ich am Fort noch einzelne Blöcke ganz erfüllt mit demselben, während andere Fossilien hier fehlen.

Dolomite und dolomitische Kalke halten an bis zum See, der durch Val Ampola abfliesst. Hinter demselben werden die Gesteine anders. Einzelne Bänke harter, splitteriger, schwarzer Kalke mit unbestimmbaren Versteinerungen schieben sich zwischen helle, dolomitische, sehr dünnschichtige, kurze Kalke, so dass das Gestein dem von Val Ampola sehr unähnlich wird. Solche dunkle Schichten stehen an gegenüber der Kirche St. Lucia und aus den kurzen Kalken besteht zum Theil der schroffe Gipfel des S. Martino. Zwischen Tierno di Sotto und Bezeca unmittelbar an der

Strasse liegen ein bis mehrere Fuss mächtige Bänke sehr wohl geschichteten grauen Kalkes, den man weiterhin zu beiden Seiten des Val dei Conzei häufig anstehen sieht und in welchem bei Lenzumo einige Steinbrüche eröffnet sind, in welchen sich ein verkiester Ammonit, sowie öfter Höhlungen im Gestein, welche von herausgefallenen Belemniten herzurühren scheinen, fanden. Dicht bei Pieve traf ich in einem grauen, ähnlichen Kalke eine Menge sehr grosser Austern und andere unbestimmbare Versteinerungen. Ob dieselben dem gleichen Niveau wie die Ammonitenkalke angehören, liess sich jedoch nicht entscheiden. Da es nicht ausführbar war, vom Lago di Ledro direkt in südlicher Richtung etwa nach Tremosine am Lago di Garda auf Piemontesisches Gebiet zu gelangen, so begab ich mich nach Riva, ging von hier der Passschwierigkeiten wegen zu Wasser nach Tremosine und wandte mich thalaufwärts nach S. Michele.

Helle Kalke, wohl der schon oben beschriebenen Scaglia im Alter gleichstehend, bilden die Ufer des Sees und halten noch einige Zeit landeinwärts an. Unter ihnen liegen, hinter Serinerio, graue geschichtete Kalke und gegen S. Michele hin deuten bereits zahlreiche Blöcke mit *Megalodus triqueter* und Gasteropoden an, dass man sich dem Dolomit nähert. Welches der beiden Thäler, die bei S. Michele zusammentreffen, man auch hinaufsteigt, immer findet man den unteren Theil der hohen Gebirge, die von Monte Berlinghera bis nach Cima Tavalò den Gesichtskreis begrenzen, aus Dolomiten gebildet, die in ihrer petrographischen Beschaffenheit und ihren organischen Einschlüssen ganz mit jenen von Val Ampola übereinstimmen, mit denen sie auch jedenfalls zusammenhängen. Auffallend mit den unteren Gehängen der Berge kontrastirt der obere Theil, indem derselbe aus Schichten gebildet wird, deren Durchschnitte wie eine Reihe übereinandergelegter Blätter sich horizontal längs der Kammlinie hinziehen. Aus den Kalken, die diese oberen Schichten bilden, schlug ich heraus:

Terebratula Schafhäuteli Stopp.
Terebratula pruniformis Süss.
Mytilus minutus Goldf.
Rhabdophyllia? clathrata Emmr. sp.

Leider reichte meine Zeit nicht aus, einen der Gipfel zu erklimmen; ich zweifle nicht, dass man dort auch noch die grauen Ammoniten-Kalke aus den Val dei Conzei finden wird, die eben genannten Schichten überlagernd.





